

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-133508

(P2003-133508A)

(43) 公開日 平成15年5月9日(2003.5.9)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マ-ト* (参考)
H 0 1 L 25/065		H 0 1 L 21/60	3 1 1 Q 5 F 0 4 4
21/60		25/08	B
	3 1 1	21/92	6 0 2 G
25/07			6 0 2 R
25/18			

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2001-325393(P2001-325393)

(22) 出願日 平成13年10月23日(2001.10.23)

(71) 出願人 000116024

ローム株式会社

京都府京都市右京区西院清崎町21番地

(72) 発明者 柴田 和孝

京都市右京区西院清崎町21番地 ローム株式会社内

(74) 代理人 100098464

弁理士 河村 冽

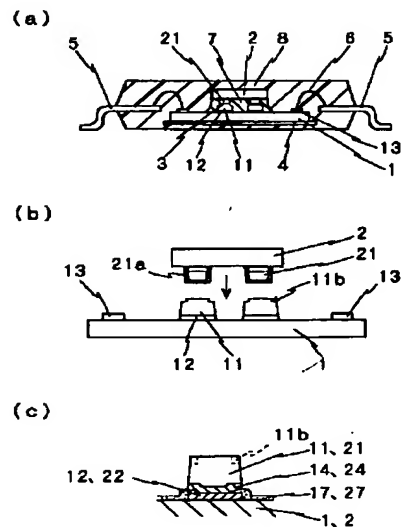
Fターム(参考) 5F044 LL04 QQ02 RR02

(54) 【発明の名称】 半導体装置

(57) 【要約】

【課題】 COCタイプの半導体装置において、チップ表面にポリイミドなどの樹脂により保護膜を形成する場合でも、電極接合部の接合強度を高く維持し得る構造の半導体装置を提供する。

【解決手段】 表面に第1バンプ電極11が形成された第1半導体チップ1上に、第2半導体チップ2の第2バンプ電極21が接合されるCOCタイプで形成されている。この第1および第2の半導体チップ1、2のバンプ電極11、21は、それぞれAuのような融点比较高的第1の金属からなり、そのバンプ電極11、21の接合部はその第1の金属より融点の低い第2の金属層を介して接合されている。そして、第1バンプ電極11の接合面における外周部の少なくとも一部に、中心部側より低くなる段差11bが形成されている。



- |               |                    |
|---------------|--------------------|
| 1 第1半導体チップ    | 11 第1バンプ電極 (第1の金属) |
| 2 第2半導体チップ    | 21 第2バンプ電極 (第1の金属) |
| 3 合金層 (第2の金属) | 21a Sn被膜 (第3の金属)   |

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1半導体チップの電極端子と、第2半導体チップの電極端子とがバンプ電極を介して接合されることにより形成される半導体装置であって、前記バンプ電極が第1の金属からなり、該バンプ電極の接合部が該第1の金属より融点の低い第2の金属層を介して接合され、かつ、前記バンプ電極の接合面における外周部の少なくとも一部に、中心部側より低くなる段差が形成されてなる半導体装置。

【請求項2】 前記第1半導体チップが第1バンプ電極を有し、前記第2半導体チップが該第1バンプ電極より周囲長が小さい第2バンプ電極を有し、前記第1バンプ電極の周囲に前記段差が形成され、該第1バンプ電極と第2バンプ電極とがフィレットを形成するように前記第2の金属層により接合されてなる請求項1記載の半導体装置。

【請求項3】 前記第1の金属がAuからなり、前記第2の金属がAu-Sn合金層からなる請求項1または2記載の半導体装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、複数の半導体チップを対面させて電気的に接続する、いわゆるチップオンチップ(chip on chip、以下COCという)タイプの半導体装置に関する。さらに詳しくは、対面させた両半導体チップを、バンプを介して接続する際に、半導体チップに高い温度を印加したり、大きな圧力を与えることなく接合すると共に、α線遮断などの目的でポリイミドなどの樹脂により保護膜を半導体チップの表面に形成する場合でも、樹脂などがバンプ電極上に這い上がり、接着強度が低下することのない構造の半導体装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、たとえばメモリ素子とその論理回路の組合せなどのように、回路の組合せにより半導体装置が構成される場合、立体化による占有面積の縮小化、高周波回路の寄生容量などの低減化、回路の一部の汎用化(たとえばメモリ素子部を汎用化して駆動回路部分を用途に応じて変更する)などのため、また、大集積回路では、その回路部分により製造条件の厳しさが異なり1チップ化が困難な場合があるなどのため、半導体回路を複数のチップにより製造し、一方の半導体チップ(親チップ)上に他の半導体チップ(子チップ)を接続する構造の、COCタイプの半導体装置が用いられることがある。

【0003】このような構造の半導体装置は、たとえば図5に、2個の半導体チップ1、2の接合工程を説明する図が示されるように、加熱された基板ステージ51上に一方の半導体チップ1を固定し、もう一方の半導体チップ2をマウントヘッド52に固定して、マウントヘッド52を押し付けて両チップのAuなどからなるバンプ

電極11、21を接触させ、加重すると共に、450℃程度に加熱し、バンプ電極11、21を接続することにより製造されている。なお、バンプ電極11、21の材料は、半導体装置を実装基板などに実装するのに、一般的にはハンダ付けによりなされるので、前述のようにAuなどのハンダより高融点の金属材料が用いられる。

【0004】前述のようなCOCタイプの半導体装置では、複数の半導体チップを予め接続するのに、バンプ電極にAuなどの高融点金属材料が用いられているため、450℃程度の高温で加圧して行わないと、良好な電気的接続が得られない。バンプ電極の接着時にこのような高温にすると、半導体基板も450℃以上になるため、半導体基板に形成されている回路素子(トランジスタなどの半導体装置を構成する素子)が高温になり、素子特性が変動するという問題がある。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】前述のように、COCタイプの半導体装置で、親チップと子チップ間を、バンプ電極を介して接続する場合に、450℃程度の高温と圧力をかけて行わなければならない、それに伴う素子特性の変動などを防止するため、本発明者は、たとえばAuバンプにSn被膜を形成し、Au-Sn合金層により接着する構造の半導体装置を発明し、特願2001-21113号で開示している。

【0006】一方、α線の遮断などの目的で、ポリイミドなどの樹脂により半導体チップ表面に保護膜を形成する場合があるが、そのポリイミドを塗布する際に、図4に接合部の拡大図が示されるように、表面張力などにより、バンプ電極11上まで樹脂18が上ってバンプ電極11の周囲表面に付着したり、接合面全体に薄い樹脂被膜を形成する場合がある。このような樹脂18がバンプ電極11の表面に付着すると、バンプ電極11の接着面積が小さくなったり、図4に示されるようにAu-Sn合金層3のフィレット3aが充分に形成されなかったり、接着強度が弱くなり、接合の信頼性が低下するという問題がある。とくに、前述の低融点金属との合金化により接続する場合、接合時に殆ど圧力を印加する必要がなく、しかもバンプ電極との合金化による接着を行うため、バンプ電極表面に表面張力により樹脂が這い上がって薄い樹脂被膜が形成されると接着の信頼性が大幅に低下するという問題がある。

【0007】本発明はこのような状況に鑑みてなされたもので、COCタイプの半導体装置において、半導体装置の実装温度では影響を受けないと共に、接合時の印加温度により半導体チップの特性を劣化させることなく、半導体チップの電極端子同士を接続し得るようにしながら、チップ表面にポリイミドなどの樹脂により保護膜を形成する場合でも、電極接合部の接合強度を高く維持し得る構造の半導体装置を提供することを目的とする。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】本発明による半導体装置は、第1半導体チップの電極端子と、第2半導体チップの電極端子とがバンプ電極を介して接合されることにより形成される半導体装置であって、前記バンプ電極が第1の金属からなり、該バンプ電極の接合部が該第1の金属より融点の低い第2の金属層を介して接合され、かつ、前記バンプ電極の接合面における外周部の少なくとも一部に、中心部側より低くなる段差が形成されている。

【0009】ここに半導体チップとは、半導体集積回路（IC）のみならず、トランジスタ、ダイオード、キャパシタなどのディスクリート部品を含み、基板もシリコン基板やGaAsなどの半導体基板に限らず、他の基板上に形成される電子部品を意味する。また、第2の金属とは、単体金属に限らず、共晶合金などを含み、第1の金属表面に第3の金属が設けられ、接合過程で第1の金属と第3の金属との間で形成される合金も含む意味である。

【0010】この構成にすることにより、 $\alpha$ 線遮断などの目的でポリイミドなどの樹脂により保護膜を半導体チップの表面に形成する場合でも、その樹脂がスピンコートなどにより塗布されて、表面張力によりバンプ電極に上る際に、バンプ電極の段差部分で止まり、バンプ電極の接着面であるトップ表面にまでは樹脂が這い上がってこない。その結果、バンプ電極の接着面積が狭まったり、薄い樹脂被膜がバンプ電極表面に形成されて接着強度が低下したり、接触抵抗が増加する、などの問題を招くことがない。

【0011】具体的には、前記第1半導体チップが第1バンプ電極を有し、前記第2半導体チップが該第1バンプ電極より周囲長が小さい第2バンプ電極を有し、前記第1バンプ電極の周囲に前記段差が形成され、外第1バンプ電極と第2バンプ電極とがフィレットを形成するように前記第2の金属層により接合されれば、第1半導体チップ表面に $\alpha$ 線カットの目的などでポリイミドなどの保護膜が形成される場合でも、フィレット形成面に樹脂被膜が上ることがなく、広い面積でフィレットを形成して非常に安定した接合を得ることができる。

【0012】前記第1の金属がAuからなり、前記第2の金属がAu-Sn合金層からなれば、比較的低い温度で、圧力などを印加することなく接着することができ、しかも、実装基板などにハンダ付けする温度よりも融点を高くすることができるため、実装時に接合部が外れるということはなく、非常に安定した接合を得ることができる。前記段差が形成されるバンプ電極を有する半導体チップの、少なくとも該バンプ電極周囲に液状樹脂を硬化させることにより形成される保護膜が設けられている場合に樹脂がバンプ電極の接合面に上るのを防止することができるため、とくに効果大きい。

【0013】

【発明の実施の形態】つぎに、図面を参照しながら本発明の半導体装置について説明をする。本発明による半導体装置は、図1(a)および(b)にその一実施形態である断面構造および2個の半導体チップを接合する前の状態図が部分的に誇張した図で示されるように、表面に第1バンプ電極11が形成された第1半導体チップ1上に、第2半導体チップ2の第2バンプ電極21が接合されるCOCタイプで形成されている。この第1および第2の半導体チップ1、2のバンプ電極11、21は、それぞれAuのような融点が高い第1の金属からなり、そのバンプ電極11、21の接合部はその第1の金属より融点の低い第2の金属層を介して接合されている。そして、第1バンプ電極11の接合面における外周部の少なくとも一部に、中心部側より低くなる段差11bが形成されていることに特徴がある。

【0014】図1に示される例では、第1半導体チップ1および第2半導体チップ2共に、第1および第2のバンプ電極11、21がメッキなどにより10～30 $\mu$ m程度の厚さに形成され、第2半導体チップ2の第2バンプ電極21表面には、さらに無電解メッキまたはスパッタリングなどによりSnが0.5～3 $\mu$ m程度の厚さに設けられている。すなわち、第1の金属(Au)と第3の金属(Sn)との合金層(第2の金属; Au-Sn)3により形成され、第3の金属は、第1の金属の熔融温度より低い温度で熔融して第1の金属と合金化し得る材料からなっている。図1に示される例は、第1バンプ電極11は直径が70 $\mu$ m程度と大きく、その頂部外周に数 $\mu$ m幅程度で、高さが数 $\mu$ m程度の段差11bが形成されており、第2バンプ電極21は第1バンプ電極11より小さく直径が50 $\mu$ m程度に形成され、そのほぼ全表面に前述のSn被膜21aが設けられている。

【0015】この段差11bは、バンプ電極11の周囲全周に形成されなくても、分割して1/3程度以上の周長部分になるように形成されておれば、それより高い部分への這い上がりを防止することができる。この段差の形成は、たとえばメッキによりバンプ電極を形成した後に、マスクをしてエッチングにより周囲の一部を除去することにより形成することができる。また、ほぼバンプ電極11の厚さ近くまでメッキをした状態で、部分的にマスクを形成して、さらにメッキを続けても段差11bを形成することもできる。

【0016】バンプ電極11の端部に段差11bを形成するのは、前述のように、内部に形成される回路を $\alpha$ 線などの照射から保護するため、たとえポリイミド樹脂などの保護膜を形成する場合に、その樹脂を塗布する際に樹脂がバンプ電極11の接着面に這い上がるのを防止するためである。すなわち、図2に接合部の拡大図が示されるように、段差11bが形成されることにより、樹脂18が這い上がっても樹脂18はその段差11b部分で止まり、バンプ電極11、21同士の接着部まではポリ

イミド樹脂が這い上がり、接着強度を向上させることができる。

【0017】パンプ電極11、21自身は、従来と同様に形成され、たとえば図1(c)にパンプ電極部分の拡大断面図が示されるように、A1などからなる電極端子12、22上に、バリアメタル層14、24が2層または3層構造で形成され、バリアメタル層14、24の第1層にはTiまたはCrが、第2層にはW、Pt、Ag、Cu、Niなどが、第3層にはAuなどが用いられる。そして、その上にパンプ電極11、21が、Au、Cuなどにより形成される。なお、17、27は絶縁膜である。

【0018】Auからなるパンプ電極21上にSn被膜(第3の金属)21aが設けられることにより、Auの融点は、1064℃程度(同一金属同士で加圧しながら加熱することにより、450℃程度で融着する)であるのに対して、Snの融点は、232℃程度であり、230℃程度になると熔融し、Auと共晶を形成して合金化し、280℃程度でAu-Sn合金からなる合金層(第2の金属)3がその接合面に形成されて、両者のパンプ電極11、21が溶着する。すなわち、半導体基板に形成される回路素子などに対しては支障のない低い温度で両パンプ電極11、21を融着させることができる。したがって、このパンプ電極21を構成する第1の金属と、その上に設けられる第3の金属の被膜21aとの関係は、第3の金属の融点が、第1の金属の融点より低く、第3の金属が熔融することにより第1の金属を合金化して融着するものであればよく、AuとSnに限られるものではない。また、第3の金属被膜を設けなくても、Au-Sn合金層など低融点の第2の金属を直接接合面に設けてもよい。

【0019】第1半導体チップ1は、たとえばメモリの駆動回路などが半導体基板に形成され、その表面には層間絶縁膜や配線膜などが設けられ、最終的にメモリ回路などの第2半導体チップ2との接続用電極端子12と、外部リードとの接続用の電極端子13がA1などによりその表面に形成されている。この電極端子12上に前述のようにバリアメタル層14を介してパンプ電極11が形成されている。この回路素子(半導体素子)や半導体基板の表面に形成される配線、電極端子、絶縁膜などは、通常の半導体装置の製造工程と同様に形成される。なお、通常のシリコン基板でなくても、GaAsなど化合物半導体基板に形成されてもよい。

【0020】第2半導体チップ2は、たとえばメモリ素子がマトリクス状に形成されたもので、駆動回路と接続される部分や外部リードなどに接続される部分などが電極端子22として半導体基板の表面に形成され、その電極端子22の表面にも前述の第1半導体チップ1と同様に、Auなどによりパンプ電極21が形成されている。このパンプ電極21の表面には、Sn被膜21aが形成

されている。しかし、Sn被膜は第2パンプ電極21の接合面だけに設けられてもよいし、また、第1半導体チップ1の接合面にSn被膜が形成されてもよい。すなわち、Sn被膜は、少なくともいずれか一方に設けられておればよい。

【0021】この第2半導体チップ2は、このようなICでなくても、トランジスタ、ダイオード、キャパシタなどのディスクリート部品などで、半導体基板に形成されないものでもかまわない。とくに、静電破壊防止用の複合半導体装置にする場合、ディスクリートの保護ダイオードなどを第2半導体チップとして搭載することが、大容量の保護素子を内蔵することができるため好ましい。

【0022】この第1半導体チップ1と第2半導体チップ2のパンプ電極11、21同士の接続は、たとえば第1半導体チップ1を加熱し得る基板ステージ上に載置し、マウンターにより第2半導体チップ2をそのパンプ同士が大まかに位置合せされるように重ね、第2半導体チップの自重程度の重さを加えながら300℃程度に加熱することにより、Sn被膜21aが熔融し、パンプ電極11、21のAuと共晶を形成し、合金層3を形成する。この際、図3(a)に示されるように、第1の半導体チップ1と第2の半導体チップ2とが完全に位置合せされていなくても、300℃程度で合金層3が形成され、熔融状態になると、図3(b)に示されるように、パンプなどの表面張力により、それぞれの中心部で接合するように移動する(セルフアライメント)。そして、加熱を解除することにより、合金層3が固化して接着する。

【0023】このセルフアライメントは、半導体チップ同士の接合でなく、基板と半導体チップとの接合でも、Au-Sn合金層などの低融点金属を熔融状態にすることにより、同様に行うことができる。なお、接合時の加重は、前述の例では自重のみによったが、パンプなどの接合部の数が多い場合には、1個当りの加重が減るため、ある程度の重しをした方がよい場合もある。たとえば1個のパンプ当たり2gの荷重を印加し、350℃程度の温度で行うことができる。

【0024】第1および第2の半導体チップ1、2の間には、エポキシ樹脂またはエラストマーなどからなる絶縁性樹脂7が充填され、この接合された半導体チップ1、2は、通常の半導体装置の製造と同様に、リードフレームからなるダイアイランド4上にボンディングされ、さらに各リード5と金線などのワイヤ6によりボンディングされ、モールド成形により形成される樹脂パッケージ8により周囲が被覆されている。そして、リードフレームから各リードが切断分離された後に、フォーミングされることにより、図1(a)に示されるような形状の半導体装置が得られる。

【0025】本発明の半導体装置によれば、第1パンプ

電極11の端部に段差が形成されているため、たとえ第1半導体チップ1の表面側にポリイミドなどの樹脂を塗布して硬化させる保護膜が形成される場合でも、第1パンプ電極11の第2半導体チップ2との接合面には、樹脂をが付着することがない。すなわち、液状の樹脂を塗布すると、パンプ電極のように高い部分には表面張力などにより樹脂が上がるが、第1パンプ電極には段差が形成されているため、樹脂が上ってきても、その段差部分で止まり、接着面であるトップ表面までは樹脂被膜が形成されない。その結果、パンプ電極の接合面は何ら害されることがなく、接合強度や接触抵抗などに支障を来すことはない。

【0026】一方、第1半導体チップと第2半導体チップとの電極端子の接続は、パンプ電極を構成する第1の金属と、第1の金属より融点の低い第2の金属により接着されるため、Auなどの融点の高い金属材料によりパンプを形成しながら、300℃程度の低い温度で接合することができる。この第2の金属は、前述の例のように、Auに対して融点が低く、Auと共に共晶合金を作りやすいSn被膜を形成して、Au-Sn合金層を形成してもよく、直接Au-Sn合金のような低融点金属を設けて接着することもできる。

【0027】前述の例では、第1半導体チップおよび第2半導体チップの両方にパンプ電極が形成されていたが、パンプ電極は一方だけで、他方は配線または電極パッドと直接接合する構造で、その表面にSn被膜が形成される場合でもよい。さらに、両方の半導体チップにパンプ電極が形成される場合、その両方のパンプ電極の周囲に段差部が形成されてもよいし、一方の半導体チップのパンプ電極のみに段差部が形成されてもよい。ポリイミドなどの保護膜が形成される状況に応じて形成される。

【0028】また、前述の例では、一方の半導体チップのパンプ電極を他方の半導体チップのパンプ電極より大きくし、第2の金属によりフィレットを形成するように接合されているが、このような接合をすることにより接着力が強く、強固な接続をすることができる。しかし、\*

\* 両方のパンプ電極の大きさがほぼ同じで、フィレットを形成しない接合の場合でも、ポリイミドなどの保護膜を一方の半導体チップに形成する場合には、その半導体チップのパンプ電極の外周部に段差を形成することができる。さらに、前述の例では、第1半導体チップ上に1個の第2半導体チップを接合する例であったが、子チップである第2半導体チップを複数個接合する場合でも同様である。

【0029】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、半導体チップ表面にポリイミドなどからなる液状樹脂を塗布して硬化させる保護膜を形成する場合でも、その樹脂がパンプ電極の接着面に付着したり薄い被膜を形成することがなく、パンプ電極の接着強度を低下させたり、接触抵抗を増大させることがない。その結果、接着の信頼性を非常に向上させた半導体装置が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による半導体装置の一実施形態を示す断面説明図およびチップ同士を接続する際の側面の説明図である。

【図2】図1におけるパンプ電極の接合部の拡大断面説明図である。

【図3】セルフアライメントで接合する方法を説明する図である。

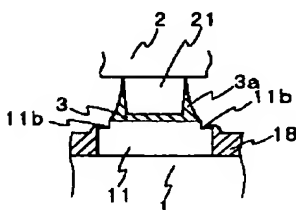
【図4】ポリイミドなどの保護膜が半導体チップ表面に設けられる場合の問題を説明する接合部の拡大断面図である。

【図5】従来のチップ同士を接続する工程の一例を説明する図である。

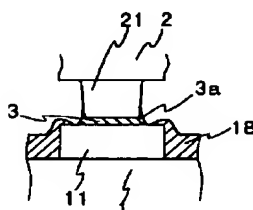
【符号の説明】

- 1 第1半導体チップ
- 2 第2半導体チップ
- 3 合金層（第2の金属）
- 11 第1パンプ電極（第1の金属）
- 21 第2パンプ電極（第1の金属）
- 21a Sn被膜（第3の金属）

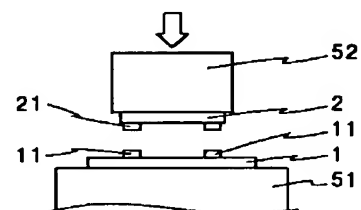
【図2】



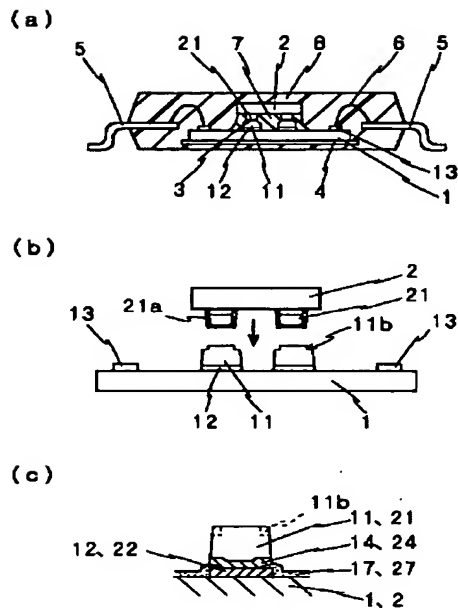
【図4】



【図5】



【図1】



- |               |                    |
|---------------|--------------------|
| 1 第1半導体チップ    | 11 第1バンプ電極 (第1の金属) |
| 2 第2半導体チップ    | 21 第2バンプ電極 (第1の金属) |
| 3 合金層 (第2の金属) | 21a Sn被覆 (第3の金属)   |

【図3】

